Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 12, No. 3, Fall 2022, p. 253-264

Fabrication and Evaluation of Cellulose Containers from Rice Straw with Natural Coatings

M. Khoshdel[1], S. J. Hashemi[2*], S. M. Zabih Zadeh[3], R. Esmaeilzadeh Kenari[4]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
2- Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
3- Associate Professor, Department of Wood and Paper, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
4- Professor, Department of Food Sciences & Technology, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
(*- Corresponding Author Email: szhash@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jam.2021.58650.0

Received: 13-06-2020 Revised: 01-09-2021 Accepted: 09-10-2021 Available Online: 09-10-2021	**How to cite this article:** Khoshdel, M., Hashemi, S., Zabihzadeh, S., & Esmaeilzadeh Kenari, R. (2021). Fabrication and Evaluation of Cellulose Containers from Rice Straw with Natural Coatings. *Journal of Agricultural Machinery*, *12*(3), 253-264. (In Persian). DOI: 10.22067/jam.2021.58650.0

Introduction

The use of agricultural waste to produce biodegradable containers is an appropriate option to solve the problem of biomass accumulation resulting from the cultivation of crops such as rice. The highest amount of agricultural waste compared to the area under cultivation is related to wheat straw and rice straw, respectively. After wheat, rice is the most important agricultural product in human nutrition. According to the World Food Organization, the area under rice cultivation in the world is about 150 million hectares. The use of rice straw as a raw material for disposable cellulosic dishes can prevent straw residues in paddy fields, improve the deficiency of cellulosic raw materials, and reduce the use of plastic containers and the dangers thereof. Rice straw is a significant source for making cellulosic containers, but after making containers, hydrophobicity and microbial hazards can be among the problems of making these types of containers. The coating technique is one of the best solutions for resolving hydrophobicity and microbial problems. Coverage is very important and necessary to increase the shelf life of agricultural products and maintain their quality. Waxes are the best preventative methods against moisture and water vapor loss, and beeswax is one of the best edible waxes with these properties. The antibacterial properties of coatings with natural antioxidants will help solve the cellulose containers' problem. The main objectives of this study were to evaluate the endurance, hydrophobicity and antimicrobial activity of rice straw degradable cellulosic dishes.

Materials and Methods

In order to obtain the raw material for the manufacture of cellulosic dishes, the straw was digested with 10% and 20% sodium hydroxide, and then to weigh the hydrophobicity tests, tensile strength index and brightness, 120 Gr paper was made. Concentrations of 1, 2, 5 and 10% of the wax solution in ethanol solution were prepared and used as the first coating to improve the hydrophobicity. The nettle extract encapsulated with royal seed gum as the second coating to improve the antibacterial activity. Hydrophobicity and antimicrobial properties of the samples were measured and compared. The cup mold specimen was made of 2-piece steel and made using appropriate rice straw paste and coating with the appropriate concentration of the sample in disposable cellulose.

Results and Discussion

The results showed that increasing the amount of sodium hydroxide in baking conditions increased the tensile strength and the degree of clarity, but it had no effect on hydrophobicity. As the concentration of baking soda (sodium hydroxide) increases, so does the brightness. Increasing the concentration of sodium hydroxide increases the tensile strength, and the increase in tensile strength due to the increase in the percentage of sodium hydroxide can be due to the increase in the ability to form bonds between fibers due to the release of lignin. Honey wax with a 5% concentration was the most optimal coating for hydrophobic cellulose containers. With increasing wax concentrations in ethanol solvents from 1 to 10 percent, water absorption by the paper made from rice straw has decreased by approximately 93 percent. Adding royal seed gum and nettle extract has a positive effect on the diameter of the halo and has antimicrobial properties. Honey wax with 5% and 10% concentration with nano-encapsulated nettle extract with royal seed gum was selected as the most suitable coating to improve antibacterial activity.

Conclusion

Due to the characteristics of rice straw and the experiments shown, rice straw can be considered as a suitable alternative to oil resources in the production and usage of disposable tableware. Rice straw has the potential to be used as a cellulose source for the production of disposable containers, and honey wax with a 5% concentration and nano-encapsulated nettle extract can improve the hydrophobic and antimicrobial properties as the airtight coating of the dishes.

Keywords: Disposable dishes, Honey wax, Hydrophobic, Nettle, Rice straw

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۲۶۴-۲۵۳

ساخت و ارزیابی ظروف سلولزی از کاه برنج با پوشش‌های طبیعی

مهدی خوشدل[۱]، سید جعفر هاشمی[۲*]، سید مجید ذبیح‌زاده[۳]، رضا اسماعیل‌زاده کناری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۷

چکیده

استفاده از ضایعات کشاورزی برای تولید ظروف، یکی از گزینه‌های مناسب برای حل مشکل انباشت زیست‌توده ناشی از کشت محصولاتی همچون برنج است. به‌کارگیری کاه برنج به‌عنوان ماده اولیه ظروف سلولزی یک‌بار مصرف علاوه بر جلوگیری از ماند کاه در شالیزارها، می‌تواند موجب بهبود مشکل کمبود مواد اولیه سلولزی، کاهش استفاده از ظروف پلاستیکی و خطرات ناشی از آن شود. ساخت و ارزیابی استقامت، میزان آبگریزی و خاصیت ضدمیکروبی ظروف سلولزی تجزیه‌پذیر کاه برنج از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد. کاه در هاضم با سدیم هیدروکسید ۱۰ و ۲۰ درصد به‌منظور به‌دست آوردن ماده اولیه ساخت ظروف سلولزی، پخته و سپس برای گرفتن آزمون‌های آبگریزی، شاخص مقاومت به کشیدگی و درجه روشنایی، کاغذ با گراماژ ۱۲۰ ساخته شد. غلظت‌های ۱، ۲، ۵ و ۱۰ درصد از محلول موم–اتانول به‌عنوان پوشش اولیه برای بهبود آبگریزی و عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی به‌عنوان پوشش دوم برای بهبود خاصیت ضد باکتریایی استفاده شد. میزان آبدوستی و خاصیت ضد میکروبی نمونه‌ها سنجش و مقایسه گردید. قالب لیوان از فولاد دو تکه ساخته و با استفاده از خمیر مناسب کاه برنج و پوشش با غلظت مناسب نمونه ساخته شد. نتایج نشان داد افزایش مقدار سدیم‌هیدروکسید از ۱۰ به ۲۰ درصد در شرایط پخت موجب افزایش شاخص مقاومت به کشیدگی از ۴۰/۳۴ به ۴۳/۵ $N.m\ g^{-1}$ و درجه روشنی از ۴۳/۴۱ به ۴۵/۱۳ می شود. افزایش سدیم هیدروکسید بر میزان آبدوستی تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین غلظت ۵ درصد موم عسل به همراه عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی با ۳۷/۲۲ میلی‌لیتر جذب آب و قطر هاله ۴/۶۳ میلی‌متر بهینه‌ترین پوشش به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آبگریزی، ظروف یک‌بار مصرف، کاه برنج، گزنه، موم عسل

مقدمه

افزایش جمعیت، توسعه فرهنگی و هوشیاری جوامع بشری در خصوص ضرورت کاهش استفاده از مواد سنتزی و صنعتی و وابسته به صنایع پتروشیمی با هدف کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، همگی عوامل تقویت‌کننده‌ی رشد روند استفاده از منابع طبیعی و زیست تخریب‌پذیر در صنعت است (Jahanshahi, *et al.*, 2016). ظروف یک‌بار مصرف به اشکال مختلف پلاستیکی، فومی، کاغذی و گیاهی تولید می‌گردند. در بعضی از موارد به جای استفاده از پلیمرهای مصنوعی، ظروف کاغذی با لایه‌هایی از موم یا رزین‌های طبیعی پوشانده می‌شود و تحت این شرایط ظروف اثرات منفی کمتری بر روی ماده غذایی یا آشامیدنی باقی می‌گذارند (Blomstedt and Mitikkae, 2007). ظروف کاغذی در مقایسه با کالاهای مشابه نظیر ظروف پلاستیکی به لحاظ زیست‌محیطی از جذابیت بیشتری برای عموم مردم برخوردار می‌باشند. چوب به علت قابلیت دسترسی و خواص کاربردی، منبع غالب در تأمین خمیر کاغذ استفاده شده در تولید ظروف کاغذی می‌باشد و در مقیاس جهانی حدود ۹۰٪ فرآورده‌های کاغذی از چوب تولید می‌شوند (Hurter and Eng, 1998). در این راستا از انواع منابع الیافی مانند جنگل‌های مصنوعی از درختان سریع‌الرشد و یا الیاف منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی به‌دست آمده از پسماندهای کشاورزی، برای تأمین ماده اولیه استفاده می‌شود (Sjostrom, 1993). کاهش جنگل‌ها بر اثر عوامل تخریب‌کننده و بهره‌برداری بیش از حد، محققان را بر آن داشته تا از منابع دیگری برای تهیه خمیر کاغذ و فراورده‌های آن استفاده نمایند (Kamrani *et al.*, 2011). از جمله پسماندهای مهم کشاورزی می‌توان به کاه و کلش به جا مانده از کشت برنج و از مزایای عمده کاه و کلش در صنعت خمیر کاغذ می‌توان به مقدار کم لیگنین آن اشاره کرد زیرا

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- دانشیار گروه چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: szhash@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jam.2021.58650.0

گیاهان غیرچوبی لیگنین کمتری در مقایسه با چوب دارند. لیگنین کمتر سبب لیگنین‌زدایی راحت‌تر می‌شود و این مواد بسیار آسان‌تر و با انرژی کمتر به خمیر کاغذ تبدیل می‌شوند (Rowell, 1996).

برنج پس از گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی از نظر تغذیه انسان محسوب می‌شود. بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی، سطح زیر کشت برنج در دنیا در حدود ۱۵۰ میلیون هکتار می‌باشد و در سال ۲۰۱۸ میزان برداشت برنج در جهان به ۱۷۷ میلیون تن رسید (FAO, 2018).

سهم ایران از نظر سطح زیر کشت برنج حدود ۰/۴ درصد کل سطح زیر کشت برنج در جهان می‌باشد (FAO, 2018). استان‌های مازندران و گیلان به‌ترتیب مقام های اول و دوم را به‌خود اختصاص می‌دهند (Ivani *et al.*, 2015). کاه برنج به‌منظور استفاده به‌عنوان ماده اولیه ساخت ظروف می‌بایست به خمیر تبدیل شود و روش‌های متنوعی شامل روش مکانیکی، شیمیایی و شیمیایی- مکانیکی برای خمیرسازی از کاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش مکانیکی، فشار عامل اصلی باز شدن الیاف کاه است و خمیر حاصل از این روش کیفیت مناسبی ندارد. خمیر سازی در روش شیمیایی- مکانیکی راندمان کمتری نسبت به روش مکانیکی داشته و کاغذ حاصل از آن در صنعت روزنامه استفاده می‌شود. خمیرسازی به روش شیمیایی کاربرد فراوانی در صنعت داشته و در تولید خمیر مناسب جهت تولید کاغذهای تحریر کاربرد دارد (Sjostrom 1993). روش‌های پخت شیمیایی متفاوتی ازجمله کرافت، سودا و هیدروکسید پتاسیم در صنعت استفاده می‌شود که پخت سودا مناسب‌ترین روش برای کاه و کلش برنج می‌باشد (Vickers 2017).

کاه برنج منبع قابل‌توجهی جهت ساخت ظروف سلولزی محسوب می‌شود اما پس از ساخت ظروف، آبدوستی و میکروبی بودن، می‌تواند از جمله مشکلات ساخت این نوع ظروف باشد. پوشش‌دهی یکی از راه‌حل‌های مناسب جهت حل مشکلات آبدوستی و میکروبی می‌باشد. بهبود ظاهر، صافی، مقاومت نسبت به مایعات مختلف و رطوبت و همچنین قابلیت چاپ‌پذیری از دلایل استفاده از روش پوشش‌دهی در صنایع کاغذسازی است (Monfared *et al.*, 1397). به‌علاوه، برای جلوگیری از نفوذ مایع به داخل کاغذ، ظروف با یک فیلم پلاستیکی نازک، پلی‌اتیلن (PE)، اسید پلی‌لاکتیک (PLA) یا موم پوشانده می‌شود (van der Harst *et al.*, 2013). پیوند قوی بین سلولز و پوشش‌های پلاستیکی، بازیافت کاغذ را به چالش می‌کشد (Starbucks Corporation, 2019). از جمله پوشش‌دهنده‌های طبیعی می‌توان به پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، پلی‌استرها (پلی‌لاکتیک‌اسید و پلی‌وینیل الکل) و لیپیدها (موم) اشاره کرد. موم‌ها بهترین ممانعت‌کننده در برابر رطوبت و بخارآب هستند و موم‌زنبور عسل از بهترین موم‌های خوراکی با این خواص می‌باشد (Mortazavian *et al.*, 2011).

خاصیت ضدباکتریایی پوشش‌هایی با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، به حل مشکل ظروف سلولزی کمک شایانی کرده است. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی استخراج شده از گیاهان دارویی، جزو مهم‌ترین ترکیبات زیست‌فعال هستند که می‌توانند در تولید مواد غذایی مورد استفاده قرار بگیرند و موجب جلوگیری از اکسیداسیون و افزایش ماندگاری مواد غذایی حساس به اکسیژن شوند (Besbes *et al.*, 2004). گزنه با نام علمی *Urtica dioica* L. و از تیره *Urticaceae*، یکی از گیاهان دارویی بومی ایران است که به‌عنوان منبع مهم آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، در نواحی شمال کشور به وفور یافت می‌شود (Niknejad and Asgharian 2015). ترکیبات فنلی موجود در گزنه بر جلوگیری از رشد باکتری‌هایی مثل *اشریشیاکلی*[1]، *پروتئوس ولگاریکوس*[2]، *کلبسیلا*[3] و *پسودوموناس*[4] موثر است و آن خاصیت آنتی‌بیوتیکی داشته و نیز باعث وقفه در رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها شده است (Al ebrahim *et al.*, 2019). عصاره‌های طبیعی در حضور نور، رطوبت، اکسیژن و دماهای بالا، فرار و ناپایدار هستند و ریزپوشانی یکی از مهم‌ترین فرآیندهای مورد استفاده در بهبود پایداری خواص عصاره‌های طبیعی، جلوگیری از برهم‌کنش‌های نامطلوب آن‌ها با ترکیبات غذاها و بهبود طعم و مزه غذا و همچنین افزایش فعالیت بیولوژیکی آن‌ها (ضدمیکروبی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی) است. در واقع طی ریزپوشانی مواد هسته (عصاره گزنه) توسط مواد دیواره که می‌توانند انواعی از پروتئین‌ها، پلی‌ساکارید و یا لیپیدها باشند، احاطه و در برابر عوامل خارجی محافظت می‌شوند (Li *et al.*, 2014).

کپسول‌ها از نظر اندازه، در سه دسته: ماکرو (بالاتراز ۱ میلی‌متر)، میکرو (۱-۱۰۰۰ میکرومتر)، نانو (۱-۱۰۰۰ نانومتر) تقسیم می‌شوند (Jafari *et al.*, 2008). کاهش اندازه ذرات به دلیل افزایش سطح به‌ازای واحد حجم، می‌تواند ویژگی‌های حلالیت مواد مغذی، فعالیت بیولوژیکی و ماندگاری را بهبود ببخشد (Sheqokar and Müller, 2010).

موسیلاژها[5] یا لیزاب‌های دانه‌ای و پلی‌ساکاریدهای گیاهی به علت دسترسی آسان و قیمت مناسب اهمیت ویژه‌ای در ریزپوشانی دارند و در غلظت‌های کمتر از ۱ درصد به‌شدت ویژگی‌های بافتی محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Phillips and Williams, 2000). گیاه شاهی یا تخم‌ره‌تیزک با نام علمی لیپیدیوم ساتیوم (*Lepidium Sativum*) از تیره شب‌بویان و خانواده کروسیفرا

1- *Escherichia coli*
2- *Proteus vulgaris*
3- *Klebsiella*
4- *Pseudomonas*
5- Mucilage

(*Cruciferae*) به‌عنوان یک منبع طبیعی کربوهیدرات بوده و حاوی مقدار بسیار زیادی ترکیبات موسیلاژیست (Alirezalo *et al.,* 2019). با توجه به فراوانی و بومی بودن گیاه شاهی، استفاده از آن به‌عنوان پوشاننده می‌تواند انتخاب مناسبی باشد.

ساخت یک نمونه ظرف از خمیر کاه برنج پس از استخراج خمیر، با مشخصه‌های مقاومت به کشیدگی و درجه‌ی روشنی مناسب و بررسی بهبود خواص آبگریزی و ماندگاری ظرف با پوشش‌دهی موم عسل و عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کاه برنج (رقم طارم هاشمی) مورد استفاده در این تحقیق از زمین شالیزاری آمل– مازندران، گزنه از ارتفاعات شهرستان آمل و دانه‌های شاهی (*Lepidium sativum*) که از راسته کلم سانان و تیره شب بویان است از عطاری در مازندران تهیه شد و جهت حذف مواد خارجی نظیر خاروخاشاک، سنگ، دانه‌های شکسته و کاه به شیوه دستی تمیز شدند.

در این تحقیق صمغ دانه شاهی در شرایط بهینه (نسبت آب به دانه به‌ترتیب ۱ به ۳۰، دما ۳۵ درجه سانتی‌گراد و pH= ۱۰) استخراج شد (Karazhiyan *et al.*, 2011).

برای استخراج عصاره به روش تقطیر با آب (کلونجر)، ۵۰ گرم از پودر گزنه خشک شده را درون بالن ریخته و بعد به آن آب مقطر اضافه شد تا حدی که سطح پودر نمونه را کاملا پوشاند. استخراج در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (دمای جوش آب) و به مدت ۴ ساعت (تا زمانی‌که کلیه اسانس از نمونه خارج شود) انجام شد، سپس اسانس حاصل تا زمان آنالیز، در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Nikkhah *et al.*, 2009).

صمغ‌های دانه شاهی و عصاره گزنه به‌عنوان مواد پوششی دیواره به‌صورت جدا و ترکیبی به نسبت ۱:۱ استفاده شدند. صمغ و عصاره برای رسیدن به ماده جامد کل ۱ درصد (با توجه به تست invitro)، در آب دیونیزه با نسبت ۱٪ (w/w) مخلوط شدند. از همزن مغناطیسی به مدت نیم ساعت در دمای محیط برای انحلال بهتر ترکیبات استفاده شد. محلول‌ها جهت تکمیل فرآیند جذب آب به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. تهیه نانوامولسیون به روش رضوی زاده و همکاران انجام گرفت (Razavizadeh *et al.*, 2014).

کاه با استفاده از استاندارد T 275 om-85 آیین‌نامه TAPPI[1] آماده شد و رطوبت از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$MC_{GR} = \frac{M_h - M_o}{M_h} \times 10 \qquad (۱)$$

در این رابطه MC_{GR} بیانگر رطوبت کاه برنج (درصد)، M_h بیانگر جرم مرطوب کاه برنج (گرم) و M_o نشان‌دهنده جرم خشک کاه برنج (گرم) است.

کاه برنج با روش پخت سودا به خمیر تبدیل شد (Vickers, 2017). در این پژوهش، غلظت مایع پخت شامل سدیم‌هیدروکسید و آب مقطر، به‌عنوان فاکتورهای متغیر در فرایند تولید خمیر کاغذ در نظر گرفته شد. پخت A و B به‌ترتیب با میزان ۲۰ و ۱۰ درصد سدیم‌هیدروکسید و نسبت ۱ به ۱۰ کاه به مایع پخت انجام شد. سایر پارامترهای پخت شامل زمان آغشته‌سازی و درجه حرارت به‌صورت ثابت و به‌ترتیب ۳۰ دقیقه و ۱۷۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد.

پالایش خمیر با دستگاه پالایشگر PFI آزمایشگاهی مطابق با استاندارد T 227-OM-92 آیین‌نامه TAPPI، ساخت کاغذ دست‌ساز به‌منظور انجام آزمایش‌های مقاومت‌سنجی، آزمون درجه‌ی روشنایی و آبگریزی، بر طبق استاندارد شماره T 205 sp-02 دستورالعمل TAPPI، درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز طبق استاندارد T 403 omt-97 و اندازه‌گیری شاخص مقاومت به کشیدگی مطابق با استاندارد T 494 om-01 دستورالعمل TAPPI اندازه‌گیری شد.

از پوشش موم به‌منظور بهبود آبگریزی ظروف استفاده شد برای ساخت محلول موم– اتانول، موم‌ها به قطعات ریزتری تبدیل شدند و سپس ۲۵ گرم از موم با ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول اتانول و متانول ۸۰ درصد به‌طور جداگانه مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق با دستگاه سانتریفیوژ (۱۵۰ دور در دقیقه) تکان داده شد، عصاره الکلی حاصل توسط کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف شده و الکل آن تبخیر و عصاره الکلی خالص به‌دست آمد (Afhami and Ahmadi, 2017). محلول موم و اتانول با غلظت‌های ۱، ۲، ۵ و ۱۰ درصد تهیه و بر روی کاغذهای ساخته‌شده پوشش داده شد. کاغذهای پوشش داده شده به مدت ۱ ساعت در هوای اتاق به منظور خروج اتانول از پوشش، قرار داده شدند.

ابزاری استوانه‌ای شکل بر اساس استاندارد T432 آیین‌نامه TAPPI ساخته و میزان آبدوستی کاغذهای پوشش داده شده به‌وسیله آن اندازه‌گیری شد. این ابزار متشکل از یک لوله به قطر داخلی ۱۱ سانتی‌متر و یک صفحه است که به زیر این لوله به‌وسیله پیچ و مهره به‌منظور آب‌بند شدن متصل شد. نمونه کاغذ مورد نظر ما بین این لوله و صفحه قرار گرفته و در استوانه آب ریخته شد. میزان جذب آب در زمان، دمای محیط و مقدار آب مشخص اندازه‌گیری و به‌عنوان مقدار جذب آب ثبت شد. صمغ دانه شاهی استخراج و عصاره‌ی گزنه با صمغ دانه‌ی شاهی ریزپوشانی شد (Dehghan *et al.*, 2018) و به‌عنوان پوشش دوم بر روی کاغذ استفاده گردید. خاصیت ضدباکتریایی کاغذهای پوشش داده شده با حضور باکتری

1- Technical Association of the Pulp and Paper Industries

اشریشـیاکلی (*Escherichia coli*) مـورد بررسـی قـرار گرفـت. نمونه‌های کاغذ به‌صورت دیسکی بـا قطـر ۱۴ میلـی‌متـر بـر روی پلیت‌های کشت باکتری قرار گرفتند. پلیت‌ها درانکوباتور در دمـای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند (Sanuja *et al.,* 2015) و قطـر هالـه تشـکیل شـده اطـراف دیسـک‌هـا بـا کـولیس اندازه‌گیری شد. پس از انتخاب خمیـر مناسـب، درصـد مـوم بهینـه و پوشش‌دهی با عصاره‌ی گزنه ریزپوشانی شده، نمونه قالب یک ظـرف (لیوان) ساخته شد. ساخت قالب به‌صـورت ۲ تکـه، از جـنس فـولاد و به‌صورت پرس هیدرولیکی انجام شد (شکل ۱). پرس در دمای محیط و فشار هیدرولیکی ۳ بار توسط یک جک هیـدرولیکی ۵ تنـی انجـام شد. پس از پرس نمونه به مدت ۸ سـاعت در دمـای محـیط خشـک شدند.



شکل ۱– قالب ساخته شده برای ساخت یک لیوان و نمونه لیوان ساخته شده

Fig.1. The fabricated mold to make a cup and a sample of the forged cup

در این پژوهش به‌منظور مقایسه میانگین‌های شاخص مقاومت به کشیدگی، آبدوستی و درجه روشنی کاغذهای سـاخته شـده از خمیـر پخت A و B از آزمون F (کـاملا تصـادفی) اسـتفاده شـد و بـر روی داده‌ها به‌منظور تحلیل آزمایش‌ها، بـه‌صـورت طـرح کـاملا تصـادفی تجزیه واریانس و همچنین آزمون مقایسه میانگین دانکن انجام شد.

کاغذ با خواص مقاومتی و ظاهری بهتر از خمیر پخت مناسـب در پوشش‌دهی موم عسل و عصاره‌ی گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانـه شاهی انتخاب شد. کاغذها با موم عسل محلول در اتانول در ۴ غلظت ۱، ۲، ۵ و ۱۰ درصد پوشش داده شدند و میـزان آبگریـزی نمونـه‌هـا اندازه‌گیری شد. بـه منظـور مقایسـه میـانگین‌هـای مقدار جـذب آب کاغذهای ساخته شده از آزمون دانکن استفاده شد. بـه‌منظـور تحلیـل آزمایش‌ها، به‌صورت طرح کاملا تصادفی تجزیه واریانس شد.

به‌منظور ضدمیکروبی سـاختن نمونـه‌هـای پوشـش داده شـده از عصاره گزنه ۱ درصد ریزپوشانی شده با صمغ دانـه‌ی شـاهی اسـتفاده شد و میزان ممانعت در برابر جذب باکتری را از روش اندازه‌گیری قطر هاله به‌دست آورده، مقایسه میانگین‌های قطر هاله کاغـذهای سـاخته شده از آزمون دانکن و همچنین به منظور تحلیل آزمایش‌ها، به‌صورت طرح کاملا تصادفی تجزیه واریانس انجام شد.

برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح ۱ درصد اسـتفاده شد و برای این منظور از نرم‌افزار SPSS نسخه V19 استفاده گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج حاصل از میانگین‌ها اثر تغییر شرایط پخـت بـر درجه روشنی و شاخص مقاومت بـه کشـیدگی در کاغـذهای سـاخته شده، ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول ۱ اثر شـرایط پخـت بـر میزان شاخص مقاومت بـه کشـیدگی و همچنـین بـر درجـه روشـنی معنی‌دار و تاثیرگذار است.

جدول ۱– میانگین مربعات و انحراف معیار بر حسب نوع پخت روی مقاومت به کشیدگی و درجه روشنی

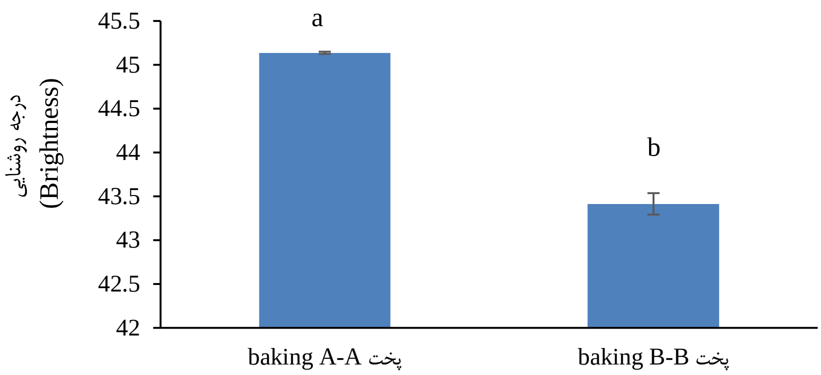
Table 1- Means of square and Std. deviation of baking type on the tensile strength and brightness

منابع تغییرات Sources of variations	میانگین مربعات Mean of square	
نوع پخت Type of baking	مقاومت به کشیدگی Tensile strength $N.m.g^{-1}$	درجه روشنی Brightness
پخت A Baking A	43.51±0.743[b]	45.136±0.021[a]
پخت B Baking B	40.34±1.080[a]	43.413±0.211[b]

اثر شرایط پخت بر میزان جذب آب در کاغذهای دست‌ساز ساخته شده معنی‌دار نشد که بی تاثیر بـودن غلظـت مـایع پخـت بـر میـزان آبگریزی کاغذ ساخته شده را نشان می‌دهد. تکرار نیز در نمونـه‌هـای

جذب آب، درجه‌ی روشنی و مقاوت کششی معنی‌دار نشد. دلیل معنی‌دار نشدن تکرار می‌تواند نشان‌دهنده‌ی دقت ساخت نمونه‌ها، همگن بودن خمیر در هر پخت و یکنواخت بودن سطح کاغذ ساخته شده باشد.

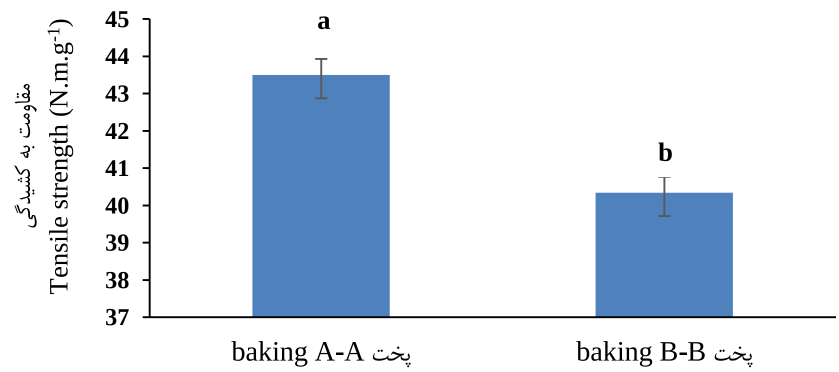
شکل ۲ تاثیر کاهش درصد سدیم هیدروکسید بر درجه‌ی روشنی کاغذ ساخته شده را نشان می دهد. کاغذ ساخته شده با شرایط پخت ۲۰ درصد سدیم هیدروکسید درجه‌ی روشنی ۴۵/۱۳ و پخت ۱۰ درصد سدیم هیدروکسید درجه‌ی روشنی ۴۳/۴۱ را نشان داد. با کاهش میزان سدیم هیدروکسید در مایع پخت درجه روشنی کاغذ ساخته شده کاهش می‌یابد؛ که این اتفاق می‌تواند به دلیل خروج لیگنین و فنول‌های بیشتر با افزایش غلظت هیدروکسید سدیم باشد.



شکل ۲– مقایسه اثر شرایط پخت بر درجه روشنی کاغذ ساخته شده

Fig.2. Comparison of the effect of curing conditions on the degree of clarity of fabricated paper

در تحقیقی با افزایش غلظت سدیم هیدروکسید از ۱۰ به ۱۶ درصد افزایش درجه روشنی از ۲۹/۱۲ به ۳۰/۸ مشاهده شد (Nazarnejad *et al.*, 2018). با افزایش درصد NaOH، فنول‌های بیشتری حل شده و درجه‌ی روشنی به‌دست آمده از خمیر رنگبری شده افزایش می‌یابد (Johansson *et al.*, 2000). با افزودن NaOH خروج مواد استخراجی تسریع و درجه‌ی روشنی کاغذ ساخته شده بهبود می‌یابد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت مایع پخت (سدیم هیدروکسید) درجه‌ی روشنی نیز باید روند افزایشی داشته باشد (Liang *et al.*, 2011). شکل ۳، تاثیر کاهش غلظت سدیم هیدروکسید بر شاخص مقاومت به کشیدگی کاغذهای ساخته شده را نشان می‌دهد.



شکل ۳– مقایسه اثر شرایط پخت بر شاخص مقاومت به کشیدگی کاغذ ساخته‌شده

Fig.3. Comparison of the effect of curing conditions on tensile strength of fabricated paper

در آزمایش‌های انجام شده، مشاهده شد کاغذ ساخته شده با شرایط پخت ۲۰ درصد سدیم هیدروکسید شاخص مقاومت به کشیدگی متوسط $N.m.g^{-1}$ ۴۳/۵ و پخت ۱۰ درصد سدیم هیدروکسید شاخص مقاومت به کشیدگی متوسط $N.m.g^{-1}$ ۴۰/۳۴ را نشان داد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر شرایط پخت بر میزان شاخص مقاومت به کشیدگی در کاغذهای ساخته شده از کاه برنج در سطح یک درصد آزمایش‌ها نشان داد با افزایش غلظت هیدروکسید سدیم از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد در مایع پخت، شاخص مقاومت به کشیدگی حدود ۷ درصد افزایش یافت. دلیل افزایش شاخص مقاومت به کشیدگی در اثر افزایش درصد سدیم هیدروکسید می‌تواند به‌واسطه افزایش قابلیت تشکیل پیوند بین الیاف با توجه به خروج لیگنین باشد. لتیباری در تحقیقی مشاهده نمود که با افزایش غلظت سدیم هیدروکسید در پخت کاه گندم از ۱۰ به ۱۴ درصد، شاخص مقاومت به کشیدگی از ۵۶/۵ به ۶۰/۵ $N.m.g^{-1}$ افزایش یافت بنابراین نتیجه گرفت که افزایش غلظت هیدروکسید سدیم باعث افزایش شاخص مقاومت به کشیدگی می‌شود (Latibari, 2012). یافته‌های این تحقیق با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

واریانس اثر پوششی غلظت‌های ۱، ۲، ۵ و ۱۰ درصد از موم عسل حل شده در اتانول بر میزان آب جذب شده در کاغذهای ساخته شده از کاه برنج در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین مربعات و انحراف معیار بر حسب غلظت پوشش روی جذب آب و قطر هاله در پوشش موم عسل و صمغ شاهی-عصاره گزنه

Table 2- Means of square and Std. Deviation of coating concentration on the water absorption and diameter halo in coating by honey wax and royal gum-nettle extract

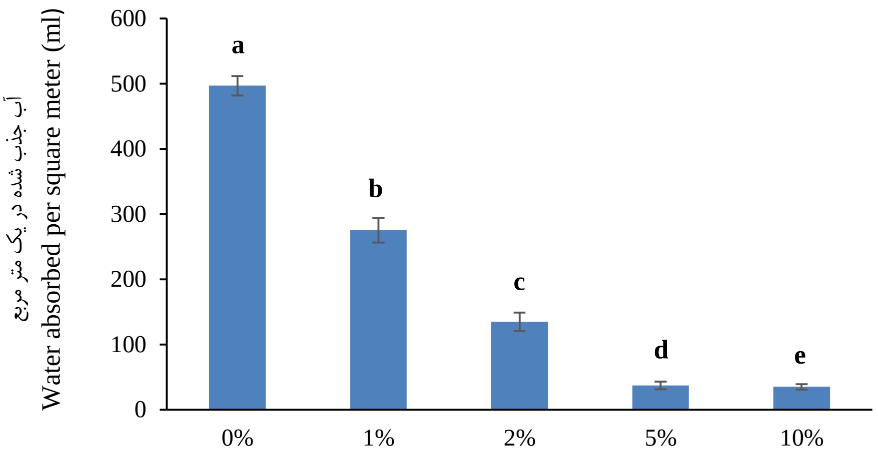
منابع تغییرات Sources of variations	میانگین مربعات Mean of square		
غلظت Concentration (%)	جذب آب Water absorption ml.m^{-2}	قطر هاله- پوشش موم عسل Diameter of halo-honey wax	قطر هاله- پوشش صمغ شاهی-عصاره گزنه Diameter of halo-royal gum-nettle extract
0	497.003±25.86[a]	-	-
1	275.373±32.89[b]	2.333±0.058[b]	3.53±0.058[b]
2	134.873±24.68[c]	2.507±0.095[b]	3.56±0.140[b]
5	37.226±10.12[d]	3.197±0.105[a]	4.63±0.381[a]
10	35.036±7.08[e]	3.297±0.155[a]	4.68±0.25[a]

با توجه به نتایج جدول ۲ اثر تغییر غلظت موم بر میزان آبدوستی کاغذهای ساخته شده در سطح یک درصد معنی‌دار است و می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر غلظت موم در پوشش ظروف سلولزی، آبدوستی نیز تغییر خواهد کرد.

شکل ۴ نمودار میانگین اثر غلظت موم محلول در اتانول بر میزان جذب آب در کاغذهای ساخته شده از کاه برنج را نشان می‌دهد.

تغییر غلظت محلول موم و اتانول اثر معنی‌داری بر جذب آب توسط کاغذ ساخته شده از کاه برنج داشته و بیشترین جذب آب در غلظت ۱ درصد، میزان متوسط ۲۷۵/۳۷ میلی‌لیتر و کمترین جذب آب در غلظت ۱۰ درصد، میزان ۳۵/۰۳ میلی‌لیتر به‌دست آمد که مشاهده شد با افزایش غلظت موم در حلال اتانول از ۱ به ۱۰ درصد، جذب آب توسط کاغذ ساخته شده از کاه برنج تقریبا ۹۳ درصد کاهش یافته است. همچنین اختلاف بسیار کمی بین آبدوستی کاغذ با پوشش موم در غلظت ۵ و ۱۰ درصد مشاهده شد که دلیل این موضوع می‌تواند اشباع شدن تقریبی سطح کاغذ با موم عسل باشد و می‌توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت موم عسل بیشتر از ۵ درصد به‌منظور پوشش‌دهی ظروف سلولزی مقرون به صرفه نیست. میزان جذب آب پوشش با غلظت ۵ درصد موم ۳۷/۲۲ میلی‌لیتر به‌دست آمد. پوشش‌دهی سطح مواد با استفاده از مواد آبگریز راه مناسبی برای کاهش جذب آب توسط ماده اصلی است و با افزایش غلظت ماده پوشش‌دهنده جذب آب کاغذ تا حد زیادی کاهش می‌یابد (Mortazavian *et al.*, 2011). همچنین در تحقیقات بسیاری ذکر شده است که استفاده از موم‌های طبیعی مانند موم زنبور اصل تاثیر زیادی در عدم جذب آب و بخارات مایع توسط سطوح موم کاری شده دارد (Monfared *et al.*, 1397). می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت موم عسل در محلول پوشش‌دهی جذب آب کمتر خواهد شد، افزایش بیشتر از غلظت ۵ درصد توجیه اقتصادی نداشت و غلظت ۵ درصد به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد.

جدول ۳ میانگین و انحراف از معیار اثر غلظت محلول موم در اتانول به همراه عصاره گزنه کپسوله شده با صمغ دانه شاهی بر خاصیت ضدمیکروبی را نشان می دهد. اختلاف قطر هاله تشکیل شده اطراف دیسک‌های کاغذی از جنس کاه برنج، تفاوت خاصیت ضدمیکروبی را نشان می‌دهد.



شکل ٤– میزان متوسط جذب آب کاغذهای پوشش داده شده با موم عسل به میلی‌لیتر
Fig.4. The average water absorption of honey-coated paper in milliliter

جدول ۳– میانگین مربعات و انحراف معیار بر حسب نوع پوشش روی قطر هاله
Table 3- Means of square and Std deviation of coating type on the diameter of halo

منابع تغییرات Sources of variations	میانگین مربعات Mean of square
نوع پوشش Coating type	قطر هاله Diameter of halo
موم و عسل Honey wax	2.83±0.484[b]
عصاره گزنه Nettle extract	4.11±0.641[a]

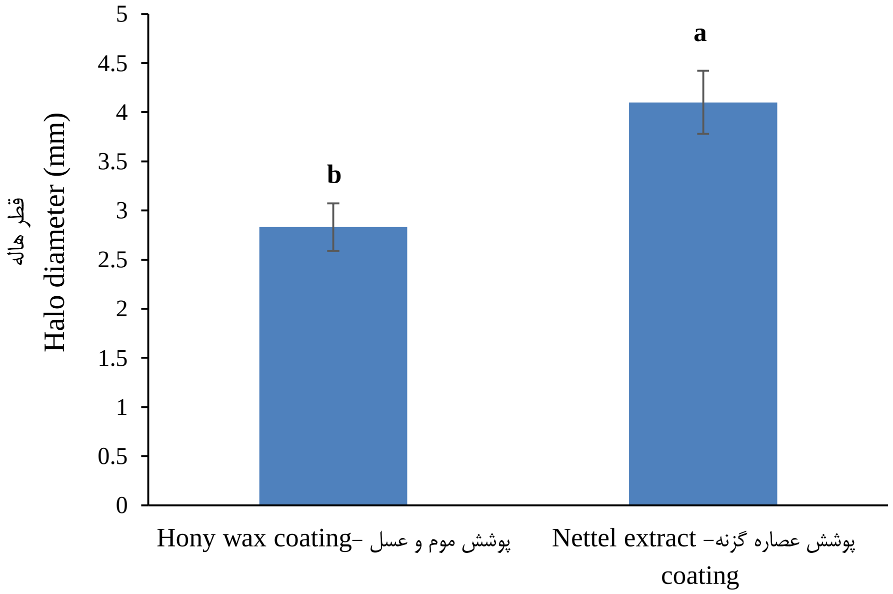
نتایج حاصل از اثر غلظت محلول موم در اتانول به همراه صمغ دانه شاهی و عصاره گزنه بر قطر هاله تشکیل شده اطراف دیسک‌های کاغذی ساخته شده از کاه برنج نشان داد اثر تیمار محلول صمغ دانه شاهی و عصاره گزنه و همچنین تیمار غلظت‌های مختلف موم در حلال اتانول بر خاصیت ضدمیکروبی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است و اثر متقابل این دو در سطح ۱ درصد معنی‌دار نبود. دلیل معنی‌دار نشدن اثر متقابل می تواند به‌واسطه ثابت نگه داشتن غلظت محلول عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی باشد.

شکل ۵، تاثیر پوشش عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی بر خاصیت ضدمیکروبی کاغذهای پوشش داده شده با موم عسل را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار شکل ۵ موم عسل خاصیت ضدمیکروبی دارد و قطر متوسط هاله تشکیل شده اطراف دیسک‌های کاغذی ۲/۸ میلی‌متر بوده که نشان‌دهنده‌ی خاصیت ضدمیکروبی موم عسل است در تحقیقی در سال ۲۰۰۸ مشاهده شد که دیسک‌های کاغذ حاوی ۰/۰۱ تا ۰/۱ میلی‌گرم موم با ایجاد هاله‌ای به قطر ۳/۶ تا ۱۰/۲۷ میلی‌متر مانع رشد باکتری پنی باسیلوس الویی[1] در اطراف خود شدند و افزایش غلظت موم موجب افزایش قطر هاله شد (Von Bernuth *et al.*, 2008).

همچنین شکل ۵ نشان می‌دهد اضافه کردن صمغ دانه شاهی و عصاره گزنه تاثیر مثبتی بر قطر هاله و خاصیت ضدمیکروبی داشته که این افزایش قطر هاله می‌تواند به دلیل افزودن عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی باشد.

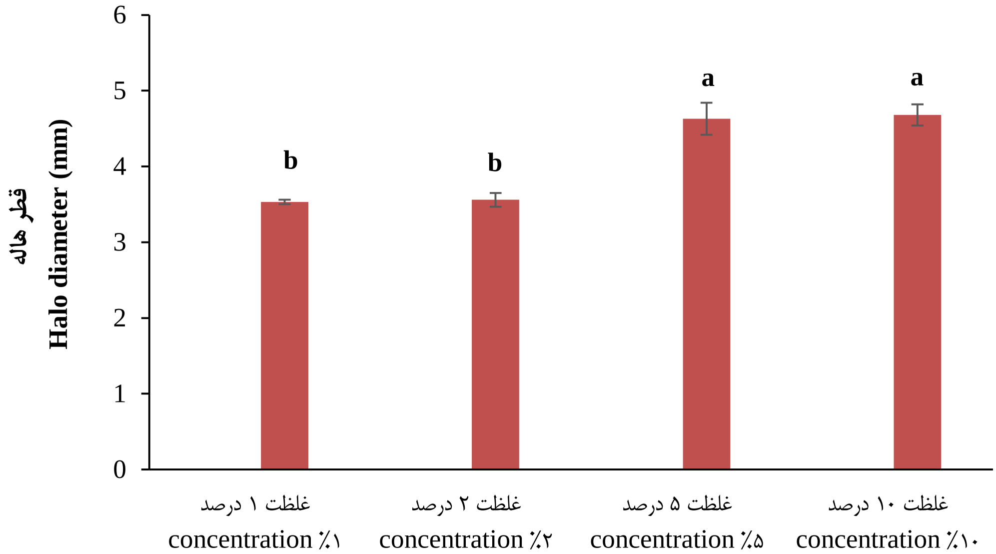
بر اساس مطالعات گالکین و همکاران عصاره گزنه مانع رشد *Escherichia coli* در محیط آزمایشگاهی شد (Gülçin *et al.*, 2004). در تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۳ تاثیر عصاره اتانولی گزنه را بر روی باکتری‌های *Salmonella*، *Pseudomonas aeruginosa*، *Escherichia coli* و *Staphylococcus aureus* بررسی نمودند و نتایج نشان داد عصاره اتانولی گزنه بر همه باکتری‌ها موثر است (Kavalali, 2003) و این تحقیقات با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. شریعت و همکاران در تحقیقی نشان دادند که از عصاره گیاهی گزنه می‌توان به‌عنوان ترکیبات ضد باکتریایی در راستای افزایش ماندگاری مواد غذایی استفاده کرد (Shariat *et al.*, 2014). با توجه به شکل ۵ موم عسل خاصیت ضدباکتریایی داشته و عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی نیز مانع رشد باکتری در محیط آزمایشگاهی شد.

1- *Peni bacilos alui*



شکل ۵- نمودار اثر پوشش صمغ شاهی و عصاره گزنه بر میزان متوسط قطر هاله تشکیل شده به میلی‌متر

Fig.5. The effect of gingerbread coating and nettle extract on the average diameter of halo formed in mm



شکل ٦- مقایسه پوشش عصاره گزنه نانوکپسوله شده با صمغ دانه شاهی بر میزان متوسط قطر هاله تشکیل شده به میلی‌متر

Fig.6. Comparison of Nano-capsulated nettle extract cover with royal seed gum on average halo diameter

شکل ۶ مقایسه پوشش عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی بر خاصیت ضدمیکروبی کاغذهای پوشش داده شده با موم عسل را نشان می‌دهد. بیشترین هاله اطراف دیسک پوشش‌دهی شده با موم ۱۰ درصد و عصاره ریزپوشانی شده با قطر ۴/۶۸ میلی‌متر تشکیل شد. کمترین هاله اطراف دیسک پوشش‌دهی شده با موم ۱ درصد و بدون عصاره ریزپوشانی شده با قطر ۲/۳۳ میلی‌متر تشکیل شد. قطر هاله با غلظت موم عسل رابطه مستقیم داشته و با افزایش غلظت موم عسل قطر هاله نیز افزایش یافت. دلیل این اتفاق می‌تواند افزایش غلظت موم عسل در پوشش و نفوذ بیشتر میزان موم با افزایش غلظت آن در بافت کاغذ باشد. افزایش غلظت موم عسل

موجب افزایش خاصیت ضدمیکروبی می‌شود (Von Bernuth *et al.*, 2008). با توجه به شکل ۶ مشاهده شد که بین غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. دلیل معنی‌دار نبودن اختلاف داده‌ها در غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد را اشباع شدن تقریبی سطح کاغذ از غلظت ۵ درصد و بیشتر از آن بوده و بنابراین غلظت ۵ درصد می‌تواند به‌عنوان بهینه‌ترین غلظت موم عسل انتخاب گردد.

نتیجه‌گیری

با استناد به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت:

افزایش غلظت NaOH در مایع پخت می‌تواند پارامترهای درجه روشنی و شاخص مقاومت به کشیدگی کاغذ (ظروف سلولزی گیاهی) ساخته شده از کاه برنج را بهبود دهد. همچنین تغییر شرایط پخت تاثیر معنی‌داری در میزان جذب آب کاغذهای ساخته شده نداشت.

با افزایش درصد غلظت موم در محلول موم و اتانول، جذب آب توسط کاغذ ساخته شده از کاه برنج کاهش یافته و افزایش غلظت موم موجب افزایش آبگریزی سطح ظرف سلولزی می‌شود.

موم عسل خاصیت ضدمیکروبی دارد و افزایش غلظت موم عسل در پوشش ظروف سلولزی می‌تواند موجب افزایش خاصیت ضدمیکروبی می‌شود.

اضافه کردن عصاره گزنه ریزپوشانی شده با صمغ دانه شاهی تاثیر افزایشی بر قطر هاله و خاصیت ضدمیکروبی داشته و در نتیجه می‌تواند باعث بهبود خاصیت ضدمیکروبی ظروف سلولزی شود (Nikkhah *et al.*, 2009).

References

1. Afhami, S., & Ahmadi, P. (2017). Use of Beeswax for Waterproofing and Stabilization of Poplar Dimensions in Home and Art Use. *National Conference on Knowledge and Innovation in Wood and Paper Industry with Environmental Approach*: Karaj.
2. Al ebrahim, E., Rafeian, M., Zamanzad, B., & Deris, F. (2019). Effect of *Urtica dioica* L. Extract on Three Dental Caries Bacteria in Vitro. *Eighth International Green Gold Conference*.
3. Alirezalo, K., S. Heydari, A. Barghol, and M. Shafaghi. 2019. Effect of Nettle Leaf Extract in Combination with Polysiline Epsilon on the Qualitative Characteristics of Beef Fillets During Storage. The Third International Congress and the 26th National Congress of Food Science and Technology of Iran.
4. Besbes, S., C. Blecker, and C. Deroanne. 2004. Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. Journal of Food Lipids 11 (4): 251-265. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2004.01141.x
5. Blomstedt, M., and M. Mitikkae. 2007. Simplified modification of bleached softwood pulp with carboxymethyl cellulose. Appita: Technology, Innovation, Manufacturing, Environment 60 (4): 309-314.
6. Dehghan, B. E., and Z. Raftani Amiri. 2018. The effect of ginger and urban almonds on nanocapsule properties of orange peel essence. Food Science and Technology 15 (79): 157-169.
7. Gülçin, I., Öİ. Küfrevioğl, M. Oktay, and ME. Büyükokuroğlu. 2004. Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). Journal of Ethnopharmacology 90 (2-3): 205-215. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.09.028
8. Heidari, R., N. Dolatabadzadeh, and J. Khalafi. 2004. Anthocyanin pigments of Siahe Sardasht grapes.
9. Hurter, R. W., and P. Eng. 1998. Will nonwoods become an important fiber resource for North America? Proceedings of the World Wood Summit: 31 August-2 Sept 1998.
10. Ivani, A., M. Safari, and A. Hedayatipoor. 2015. Comparison of direct planting methods of germinated rice (machine and manual) with transplanting. Journal of Agricultural Machinery 4 (1): 108-115. (In Persian). http://dx.doi.org/10.22067/jam.v4i1.33172
11. Jafari, S. M., E. Assadpoor, and B. Bhandari. 2008. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. Drying Technology 26 (7): 816-835. DOI: https://doi.org/10.1080/07373930802135972
12. Jahanshahi, S., A. Abdulkhani, K. Doosthoseini, and A. Shakeri. 2016. Study of physical and mechanical properties of produced strawboard using bio epoxy tannins resin. Iranian Journal of Wood and Paper Industries 7 (2): 271-282.
13. Johansson, C., R. Beatson, and J. Saddler. 2000. Fate and influence of western red cedar extractives in mechanical pulping. Wood Science and Technology 34 (5): 389-401. DOI: https://doi.org/10.1007/s002260000051
14. Kamrani, A., A. Naghinejad, and F. Attar. 2011. Biodiversity and ethnobutane of medicinal flora of southern slopes of Alborz wetlands. National Conference on Medicinal Plants.
15. Karazhiyan, H., S. M. A. Razavi, G. O. Philips, Y. Fang, S. Al-Assaf, K. Nishinari. 2011. Physicochemical aspects of hydrocolloid extract from the seeds of Lepidium sativum. International Journal of Food Science & Technology 46 (5): 1066-1072. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02583.x
16. Kavalali, G. 2003. An introduction to Urtica (botanical aspects). In: Urtica. CRC Press: 17-27.
17. Latibari, A. 2012. Investigation of chemical-mechanical pulp production of wheat straw. Iranian Journal of Wood and Paper Sciences 26. (In Persian):
18. Li, X.-L., D.-L. Meng, J. Zhao, Y.-L. Yang. 2014. Determination of synthetic phenolic antioxidants in essence

perfume by high performance liquid chromatography with vortex-assisted, cloud-point extraction using AEO-9. Chinese Chemical Letters 25 (8): 1198-1202. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cclet.2014.03.005

19. Liang, C., H. Zhan, B. Li, S. Fu. 2011. Characterization of bamboo SCMP alkaline extractives and the effects on peroxide bleaching. BioResources 6 (2): 1484-1494.
20. Monfared, M., H. Resalati, R. Dashtbani, and A. Tatari. 2018. The effect of esterase on reduction of bitumen extractants in chemical-mechanical pulp (CMP) bleached and un bleached.
21. Mortazavian, A., M. Azizi, and S. Sohrabvandi. 2011. A Review on the Use of Edible Wrappers in Food. Journal of Food Science and Technology 7 (1).
22. Nazarnejad, N., M. Matani, and G. Asadpour. 2018. Effect of alum and chitosan on the structure of white water out of paper mesh and paper properties.
23. Nikkhah, F., F. Sefidkon, and E. Sharifi Ashoorabadi. 2009. The effect of distillation methods and plant growth stages on the essential oil content and composition of *Thymus vulgaris* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 25 (3): 309-320. DOI: https://doi.org/10.22092/ijmapr.2009.7146
24. Niknejad, H., and A. Asgharian. 2015. Determination of antibacterial and antioxidant activity and identifying chemical compounds of *Urtica dioica* L. leaf essence as a potent antibacterial agent. Pajoohandeh Journal 20 (4): 234-239.
25. Phillips, G. O., and P. A. Williams. 2009. Handbook of hydrocolloids, Elsevier.
26. Razavizadeh, B. B. M., F. Khan Mohammadi, S. N. Azizi. 2014. Comparative study on properties of rice bran oil microcapsules prepared by spray drying and freeze drying. Research and Innovation in Food Science and Technology 3 (2): 97-114. DOI: https://doi.org/10.22101/jrifst.2014.08.23.321
27. Rowell, R. M. 1996. Opportunities for composites from agro-based resources, CRC Press Inc, Boca Raton, FL.
28. Sanuja, S., A. Agalya, M. J. Umapathy. 2015. Synthesis and characterization of zinc oxide–neem oil–chitosan bionanocomposite for food packaging application. International Journal of Biological Macromolecules 74: 76-84. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.036
29. Shariat, E., H. Hoseyni, and A. Shariar. 2014. Antibacterial effect of aqueous extract of Urtica dioica on food spoilage bacteria. National Conference on Passive Defense in Agriculture.
30. Shegokar, R., and R. H. Müller. 2010. Nanocrystals: industrially feasible multifunctional formulation technology for poorly soluble actives. International Journal of Pharmaceutics 399 (1-2): 129-139. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2010.07.044
31. Sjostrom, E. 1993. Wood chemistry: fundamentals and applications, Gulf professional publishing.
32. TAPPI test method – 1992-93 – TAPPI press
33. Vickers, N. J. 2017. Animal communication: when i’m calling you, will you answer too? Current biology 27(14): R713-R715. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.064
34. Von Bernuth, H. et al. 2008. Pyogenic bacterial infections in humans with MyD88 deficiency. Science 321(5889): 691-696. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1158298
35. World food situation, FAO cereal supply and demand brief. 2018. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Available at: http://www.fao.org/world food situation/csdb/en./
36. Van der Harst, E., J. Potting, C. Kroeze. 2014. Multiple data sets and modelling choices in a comparative LCA of disposable beverage cups. Science of the Total Environment 494: 129-143. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.084